

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-153907

(43)Date of publication of application : 10.08.1997

(51)Int.Cl.

H04L 12/40

H04B 10/20

H04L 12/28

H04L 12/42

(21)Application number : 07-309508

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.11.1995

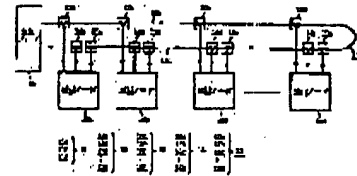
(72)Inventor : ASANO HIROAKI

(54) BUS TYPE COMMUNICATION NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a communication network in which transmission data are sent efficiently even when lots of terminal stations are connected to the communication network.

SOLUTION: A communication node 15 having transmission information to other communication node sends an information transmission request to an output side transmission line by using a control channel in a time Δ ; after the reception of a token just after the occurrence of the information transmission request. Then the node 15 sends transmission information to the output side transmission line by using a data channel in a time (tf) after the reception of a token succeeding to a signal on which the information transmission request is sent. Other communication node 15 receiving the transmission information after the reception of the information transmission request recognizes it that the transmission information comes in the time (tf) after a token to be received next, and sets its own wavelength variable filter to receive a wavelength of the data channel after the detection of the token to be received next to receive the transmission information.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-153907

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/40			H 0 4 L 11/00	3 2 0
H 0 4 B 10/20			H 0 4 B 9/00	N
H 0 4 L 12/28			H 0 4 L 11/00	3 1 0 A
12/42				3 3 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平7-309508
 (22) 出願日 平成7年(1995)11月28日

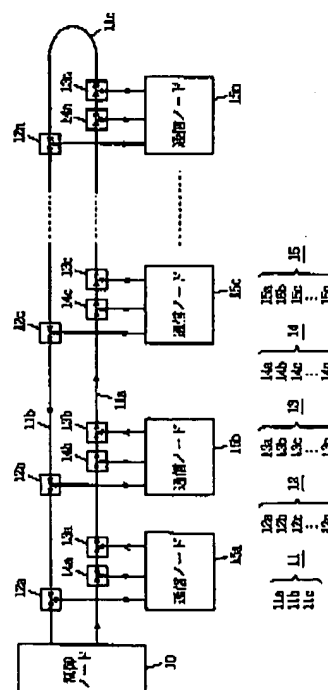
(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (72) 発明者 浅野 弘明
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内
 (74) 代理人 弁理士 小笠原 史朗

(54) 【発明の名称】 バス型通信網

(57) 【要約】

【課題】 多数の端局が通信網に接続されても、送信データを効率よく伝送することができる通信網を提供することである。

【解決手段】 他の通信ノードへの送信情報を有する通信ノード15は、情報送信要求が生じた直後のトークン受信後、時間 δ 経過後に、情報送信要求を制御チャネルを用いて出力側伝送路に送出する。さらに、情報送信要求を送出した次のトークン受信後、時間 t_f 経過後に、送信情報をデータチャネルを用いて出力側伝送路に送出する。この送信情報を受信する通信ノード15は、情報送信要求を受信すると、次に受信するトークンの時間 t_f 後に送信情報が送信されてくることを認識し、この次に受信するトークンを検出すると、内部の波長可変フィルタをデータチャネルの波長に設定し、送信情報を受信する。



(2)

特開平9-153907

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 制御ノードと複数の通信ノードとが伝送路を介してバス状に接続されており、制御ノードが定期的に送出するトークンに応じて、送信元通信ノードが送信情報を送信先通信ノードへ送信するような通信網であって、

前記伝送路は、

前記送信元通信ノードが接続されており、当該通信ノードに入力したトークンに応じて、情報送信要求または送信情報を出力するための出力側伝送路と、

前記送信先通信ノードが接続されており、送信元通信ノードによって送出された情報送信要求または送信情報を入力するための入力側伝送路とを備え、

前記伝送路には、さらに前記トークンおよび前記情報送信要求の通信経路として制御チャネルと、

前記送信情報の通信経路としてデータチャネルとが割り当てられており、

前記送信元通信ノードは、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、最初のトークン（以下、第1トークンと称する）受信から所定時間経過後に当該情報送信

要求を、制御チャネルを用いて出力側伝送路に送出し、前記送信元通信ノードは、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、2回目のトークン（以下、第2トークンと称する）受信に応じて、前記送信情報を前記データチャネルを用いて出力側伝送路に送出し、

前記送信先通信ノードは、前記第1トークンを前記入力側伝送路における制御チャネル上から入力し、当該第1トークンに応じて前記送信元通信ノードからの情報送信要求を検出し、

前記送信先通信ノードは、前記第2トークンを前記入力側伝送路における制御チャネルから入力し、当該第2トークンに応じて入力する前記送信元通信ノードからの送信情報をデータチャネルから受信する、バス型通信網。

【請求項2】 前記送信元通信ノードは、前記第1トークン受信に応じて、制御チャネル上の無信号期間を検出する検出手段を備え、

前記送信元通信ノードは、前記検出手段が前記無信号期間として前記所定時間を検出した場合には、当該送信元通信ノード以外の通信ノードが情報送信要求を制御チャネルに送出していないと判断し、当該送信元通信ノードの情報送信要求を制御チャネルに送出することを特徴とする、請求項1に記載のバス型通信網。

【請求項3】 バス状の前記伝送路は、光ファイバにより構成されており、

前記データチャネルは、各通信ノード毎で互いに重複しない波長が割り当てられており、

前記制御チャネルは、前記データチャネルに割り当てられた波長のいずれとも重複しない波長が割り当てられており、

前記制御ノードは、前記トークンを光信号に変換し制御

チャネルに送出し、

前記送信元通信ノードは、

前記検出手段の検出結果に応じて、情報送信要求を出力する情報送信要求出力手段と、

前記情報送信要求出力手段から出力された情報送信要求を光信号に変換して制御チャネルに出力する第1発光手段と、

前記第2トークンに応じて送信情報を出力する送信情報出力手段と、

10 前記送信情報出力手段から出力された送信情報を光信号に変換して当該送信元通信ノード固有のデータチャネルに出力する第2発光手段とを含み、

前記送信先通信ノードは、前記送信元通信ノードに割り当てられたデータチャネルの波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段を含み、

前記可変波長選択手段は、前記第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいて前記データチャネルに割り当てられた波長の中から前記送信元通信ノード固有のデータチャネルの波長を選択し、前記第2トークンに応じて当該波長の光信号を通過させる、請求項1または2に記載のバス型通信網。

【請求項4】 バス状の伝送路は、光ファイバで構成されており、

前記制御ノードは、固有の波長を有する発光手段を有しており、制御チャネルとして割り当てられる第1の周波数のキャリアをトークン信号であるデジタルデータにより変調した後、光信号に変換し出力側伝送路に送出し、前記送信元通信ノードは、

30 前記検出手段の検出結果に応じて、前記制御チャネルとして割り当てられる第1の周波数のキャリアを、情報送信要求信号であるデジタルデータで変調する第1変調手段と、

第2トークンに応じて、前記第1の周波数とは異なり、データチャネルとして割り当てられる第2の周波数のキャリアを、送信情報であるデジタルデータにより変調する第2変調手段と、

前記第1変調手段および／または前記第2変調手段により生成された信号を、他の通信ノードおよび前記制御ノードのいずれもと重複しない波長を有する光信号に変換し出力側伝送路に送出する発光手段とを含み、

前記送信先通信ノードは、前記送信元通信ノード固有の波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段を含み、

前記可変波長選択手段は、前記入力側伝送路から入力した第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいて前記送信元通信ノードに割り当てられた波長を選択し、前記入力側伝送路から入力した第2トークンに基づいて当該波長を有する光信号を通過させる、請求項1または2に記載のバス型通信網。

50

(3)

特開平9-153907

3

【請求項5】 制御ノードと複数の通信ノードとが伝送路を介してリングバス状に接続されており、制御ノードが定期的に送出するトークンに応じて、送信元通信ノードが送信情報を送信先通信ノードへ送信するような通信網であって、
前記伝送路は、
前記送信元通信ノードが接続されており、当該通信ノードに入力したトークンに応じて、情報送信要求または送信情報を出力するための出力側伝送路と、
前記送信先通信ノードが接続されており、送信元通信ノードによって送出された情報送信要求または送信情報を入力するための入力側伝送路とを備え、
前記伝送路には、さらに前記トークンおよび前記情報送信要求の通信経路として制御チャンネルと、
前記送信情報の通信経路としてデータチャンネルとが割り当てられており、
前記送信元通信ノードは、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、最初のトークン（以下、第1トークンと称する）受信から所定時間経過後に当該情報送信要求を、制御チャンネルを用いて出力側伝送路に送出し、
前記送信元通信ノードは、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、2回目のトークン（以下、第2トークンと称する）受信に応じて、前記送信情報を前記データチャンネルを用いて出力側伝送路に送出し、
前記送信先通信ノードは、前記第1トークンを前記入力側伝送路における制御チャンネル上から入力し、当該第1トークンに応じて前記送信元通信ノードからの情報送信要求を検出し、
前記送信先通信ノードは、前記第2トークンを前記入力側伝送路における制御チャンネルから入力し、当該第2トークンに応じて入力する前記送信元通信ノードからの送信情報をデータチャンネルから受信する、バス型通信網。
【請求項6】 前記出力側伝送路と前記入力側伝送路との接続点には伝送路上の信号を2分岐して、その一方を前記制御ノードに出力する分岐手段を備えており、
前記制御ノードは、前記分岐手段よりトークンを入力すると、新たなトークンを前記出力側伝送路に送出することを特徴とする、請求項5に記載のバス型通信網。
【請求項7】 前記送信元通信ノードは、前記第1トークン受信に応じて、制御チャンネル上の無信号期間を検出する検出手段を備え、
前記送信元通信ノードは、前記検出手段が前記無信号期間として前記所定時間を検出した場合には、当該送信元通信ノード以外の通信ノードが情報送信要求を制御チャンネルに送出していないと判断し、当該送信元通信ノードの情報送信要求を制御チャンネルに送出することを特徴とする、請求項5または6に記載のバス型通信網。
【請求項8】 リングバス状の伝送路は、光ファイバにより構成されており、
前記データチャンネルは、各通信ノード毎で互いに重複し

4

ない波長が割り当てられており、
前記制御チャンネルは、前記データチャンネルに割り当てられた波長のいずれもと重複しない波長が割り当てられており、
前記制御ノードは、前記トークンを光信号に変換し制御チャンネルに送出し、
前記送信元通信ノードは、
前記検出手段の検出結果に応じて、情報送信要求を出力する情報送信要求出力手段と、
前記情報送信要求出力手段から出力された情報送信要求を光信号に変換して制御チャンネルに出力する第1発光手段と、
前記第2トークンに応じて送信情報を出力する送信情報出力手段と、
前記送信情報出力手段から出力された送信情報を光信号に変換して当該送信元通信ノード固有のデータチャンネルに出力する第2発光手段とを含み、
前記送信先通信ノードは、前記送信元通信ノードに割り当てられたデータチャンネルの波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段を含み、
前記可変波長選択手段は、前記第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいて前記データチャンネルに割り当てられた波長の中から前記送信元通信ノード固有のデータチャンネルの波長を選択し、前記第2トークンに応じて当該波長の光信号を通過させる、請求項5～7のいずれかに記載のバス型通信網。
【請求項9】 リングバス状の前記伝送路は、光ファイバで構成されており、
前記制御ノードは、固有の波長を有する発光手段を有しており、制御チャンネルとして割り当てられる第1の周波数のキャリアをトークン信号であるデジタルデータにより変調した後、当該発光手段によって光信号に変換し出力側伝送路に送出し、
前記送信元通信ノードは、
前記検出手段の検出結果に応じて、前記第1の周波数のキャリアを情報送信要求信号であるデジタルデータで変調する第1変調手段と、
第2トークンに応じて、前記第1の周波数とは異なり、データチャンネルとして割り当てられる第2の周波数のキャリアを、送信情報であるデジタルデータにより変調する第2変調手段と、
前記第1変調手段および／または前記第2変調手段により生成された信号を、他の通信ノードおよび前記制御ノードのいずれもと重複しない波長を有する光信号に変換し出力側伝送路に送出する発光手段とを含み、
前記送信先通信ノードは、前記送信元通信ノード固有の波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段を含み、
前記可変波長選択手段は、前記入力側伝送路から入力し

(4)

特開平9-153907

5

た第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいて前記送信元通信ノードに割り当てられた波長を選択し、前記入力側伝送路から入力した第2トークンに基づいて当該波長を有する光信号を通過させる、請求項5-7のいずれかに記載のバス型通信網。

【請求項10】 前記情報送信要求には、送信先通信ノードを示す第1識別子と、送信元通信ノードを示す第2識別子と、当該情報送信要求が発生した発生時刻とが含まれる、請求項1-9のいずれかに記載のバス型通信網。

【請求項11】 前記可変波長選択手段は、受信した情報送信要求の第2識別子が当該送信先通信ノードを示しており、かつ当該送信先通信ノード宛の情報送信要求が1つであった場合、通過させる光信号の波長を前記第1識別子に基づいて設定することを特徴とする、請求項10に記載のバス型通信網。

【請求項12】 前記可変波長選択手段は、受信した情報送信要求の第2識別子が当該送信先通信ノードを示しており、かつ当該送信先通信ノード宛の情報送信要求が複数であった場合、前記発生時刻に応じて、通過させる光信号の波長を前記第1識別子に基づいて設定することを特徴とする、請求項10または11に記載のバス型通信網。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、バス型通信網に関し、より特定的には、通信ノードが他の通信ノードに情報を送信する際、これらの通信ノードが高速かつ効率良くアクセスすることが可能なバス型通信網に関する。

【0002】

【従来の技術】 伝送路に光ファイバを利用した通信網は、光ファイバの広帯域性を利用して多量の情報を伝送することが可能であることや、光ファイバが雑音の影響を受けにくいことなどの利点により今後広範囲にわたり使用されることが予想される。

【0003】 従来、光ファイバを利用した伝送方式では、上記の通信網内に位置する交換機や中継機が、情報を送信する送信端末から送られた光信号を一旦電気信号に変換して交換を行い、その後に電気信号から光信号に再変換して情報を受信する受信端末へ配送する方式が広く利用されていた。しかしながら、この伝送方式では、通信網内で光信号から電気信号への変換（または、電気信号から光信号への変換）が頻繁に行われるため、通信網に接続される端末数を多くしたり、情報の伝送速度を高速にする上で障害になることが指摘されていた。

【0004】 そこで近年、通信網内で光信号を電気信号に変換すること無く送信端末から受信端末まで光信号を配送する通信網が検討されつつある。以下、このような通信網の一例をして、「特開平4-932」号公報に開示された通信網について説明する。図11は、従来の通

6

信網の構成を示すブロック図である。図11において、通信網は、光ファイバによる片側の閉じたバス型伝送路101に接続される複数の端局105（図示は、端局105a-105cおよび105nの4局）と、バス型伝送路101の先頭部に接続されており、複数の波長を有する基準光を常時送信する基準局100と、バス型伝送路101の終端部に接続される光ファイバ終端装置109とを備える。より具体的には、各端局105は、それぞれが光信号を送信する場合に基準光を内部に引き込むように切り替わる光スイッチ103および104と、他の端局105が送信した光信号を受信するための光分岐器102とによってバス型伝送路101に接続されている。

【0005】 図12は、図11に示す端局105の詳細な構成を示すブロック図である。図12において、端局105は、第1波長可変フィルタ110と、光分岐素子111と、第1光受光器112と、光変調器113と、光合流素子114と、光増幅器115と、第2波長可変フィルタ117と、第2受光器118と、端局105の各構成部を制御する制御部116とを含む。

【0006】 上記のような構成を備える通信網において、端局105cが、波長 λ 1のチャネルを利用して端局105bへ情報を送信する場合の手順について、以下、図11および図12を参照して説明する。

【0007】 端局105cは、波長 λ 1のチャネルが利用されているか否かを判定するために第2波長可変フィルタ117の通過波長帯域を λ 1に設定する。これによって、基準光は、伝送路101b上の光分岐器102cから第2波長可変フィルタ117を介して第2受光器118に入力され電気信号に変換される。この電気信号は制御部116に入力され、制御部116によって信号が重畳されているか否かが判定される。制御部116は、波長 λ 1のチャネルが未使用であることを検出した場合には、第1波長可変フィルタ110の通過波長帯域を λ 1に設定し、光スイッチ103cおよび104cを切り替えて光信号全てを端局105c側に引き込む。光スイッチ104cから端局105cへ引き込まれた光信号は、第1波長可変フィルタ110により波長 λ 1の光信号とそれ以外の波長の光信号とに分離される。分離された波長 λ 1の光信号は、光分岐素子111により2分岐され、一方の光信号は第1受光器112により光信号から電気信号に変換された後、制御部116に入力される。他方の光信号は光変調器113への入力となる。

【0008】 制御部116は、光信号を入力したことに応じて、端局105bを指定する宛先アドレスと送信データを光変調器113に出力する。光変調器113では、制御部116から出力された宛先アドレスなどが、周波数変調方式あるいは位相変調方式により波長 λ 1の光信号に重畳される。変調された光信号（波長 λ 1）は、光合流素子114により波長 λ 1以外の光信号と合

10

20

30

40

50

(5)

特開平9-153907

7

波された後、光増幅器115により増幅されて伝送路101aに出力される。端局105bにおいて、制御部116は、第2波長可変フィルタ117の通過波長帯域を所定時間毎に変更し、設定された通過波長帯域のみの波長を有する光信号を第2受光器118に出力する。第2受光器118は、入力した光信号を電気信号に変換し、変換された電気信号を制御部116に出力する。制御部116は、入力した電気信号に自局宛の送信要求が重畳されているか否かを判定する。制御部116は、第2波長可変フィルタ117が通過波長帯域を $\lambda 1$ に設定されたときに、この光信号に端局105cから自局宛の送信要求が重畳されていることを認識する。これに応じて、制御部116は、第2波長可変フィルタ117の通過波長帯域を $\lambda 1$ に固定し、宛先アドレスに続くデータを発信する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しながら、上述した通信網では、送信データを送信する端局105は、送信先の端局を指定する宛先アドレスを、送信先の端局までの伝搬遅延時間と、送信先の端局の制御部116が第2波長可変フィルタ117の通過波長帯域を所定時間毎に変更しながら自局宛の信号があるか否かを判断するための時間とを合わせた時間だけ送信する必要がある。この時間は、通信網内に存在する端局105が多くなればなるほど長くなるため、送信データの伝送効率が悪くなるという問題点があった。

【0010】 それゆえに、本発明の目的は、多数の端局が通信網に接続されても、送信データを効率よく伝送することができる通信網を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段および発明の効果】 以下には、上記目的を達成するための本発明の構成を示すが、後述する実施形態との対応関係を明確にするために、本発明で採用される各構成要素には、対応する部分の参照番号を付しておく。ただし、この参照番号は、あくまでも理解を容易にするためおよび参考のために付されるのであって、本発明の特許請求の範囲を限定的に解釈するものではないことを予め指摘しておく。

【0012】 第1の発明は、制御ノード(10)と複数の通信ノード(15)とが伝送路(11)を介してバス状に接続されており、制御ノードが定期的に出すトークンに応じて、送信元通信ノードが送信情報を送信先通信ノードへ送信するような通信網であって、伝送路は、送信元通信ノードが接続されており、当該通信ノードに入力したトークンに応じて、情報送信要求または送信情報を出力するための出力側伝送路(11a)と、送信先通信ノードが接続されており、送信元通信ノードによって送出された情報送信要求または送信情報を入力するための入力側伝送路(11b)とを備え、伝送路には、さらにトークンおよび情報送信要求の通信経路とし

8

て制御チャネルと、送信情報の通信経路としてデータチャネルとが割り当てられており、送信元通信ノードは、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、最初のトークン(以下、第1トークンと称する)受信から所定時間経過後に当該情報送信要求を、制御チャネルを用いて出力側伝送路に送出し、送信元通信ノードは、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、2回目のトークン(以下、第2トークンと称する)受信に応じて、送信情報をデータチャネルを用いて出力側伝送路に送出し、送信先通信ノードは、第1トークンを入力側伝送路における制御チャネル上から入力し、当該第1トークンに応じて送信元通信ノードからの情報送信要求を検出し、送信先通信ノードは、第2トークンを入力側伝送路における制御チャネルから入力し、当該第2トークンに応じて入力する送信元通信ノードからの送信情報をデータチャネルから受信する。上記のように、送信元通信ノードは、情報送信要求が発生した直後に送信されてくる第1トークン受信後、第1所定時間経過すると情報を送信する手順に移行し、第2トークン受信後、第2所定時間経過すると送信情報をデータチャネルを用いて出力側伝送路に送出する。送信先通信ノードは、制御チャネルから当該送信先通信ノード宛の情報送信要求を選択すると、その直後に受信する第2トークンの第2所定時間経過後に送信されてくる情報をデータチャネルから受信する。したがって、送信元通信ノードは、情報送信要求を長時間送信することがなくなり、通信網内に存在する通信ノードの数が増えても情報送信の時間が極端に長くなることを防止できるため、情報の伝送効率のよい通信網を提供することが可能となる。

【0013】 第2の発明は、第1の発明において、送信元通信ノードは、第1トークン受信に応じて、制御チャネル上の無信号期間を検出する検出手段(27)を備え、送信元通信ノードは、検出手段が無信号期間として所定時間を検出した場合には、当該送信元通信ノード以外の通信ノードが情報送信要求を制御チャネルに送出していないと判断し、当該送信元通信ノードの情報送信要求を制御チャネルに送出することを特徴とする。上記のように、送信元通信ノードは、検出手段が第1所定時間を経出した後に情報送信要求を送出するため、制御チャネル上での通信衝突などを回避することが可能となる。

【0014】 第3の発明は、第1または第2の発明において、バス状の伝送路(11)は、光ファイバにより構成されており、データチャネルは、各通信ノード毎で互いに重複しない波長が割り当てられており、制御チャネルは、データチャネルに割り当てられた波長のいずれとも重複しない波長が割り当てられており、制御ノード(10)は、トークンを光信号に変換し制御チャネルに送出し、送信元通信ノード(15)は、検出手段の検出結果に応じて、情報送信要求を出力する情報送信要求出力手段(31)と、情報送信要求出力手段から出力され

(6)

特開平9-153907

9

た情報送信要求を光信号に変換して制御チャネルに出力する第1発光手段(29)と、第2トークンに応じて送信情報を出力する送信情報出力手段(31)と、送信情報出力手段から出力された送信情報を光信号に変換して当該送信元通信ノード固有のデータチャネルに出力する第2発光手段(30)とを含み、送信先通信ノード(15)は、送信元通信ノードに割り当てられたデータチャネルの波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段(20および31)を含み、可変波長選択手段は、第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいてデータチャネルに割り当てられた波長の中から送信元通信ノード固有のデータチャネルの波長を選択し、第2トークンに応じて当該波長の光信号を通過させる。光ファイバで構成された伝送路には、制御チャネルとデータチャネルとが互いに重複しない波長が割り当てられる。これによって、信頼性が高くかつ長距離伝送に適した通信網を提供することが可能となる。さらに、通信ノードにとっては、簡易な波長多重化方式を採用しているため、その構成を単純にすることが可能である。

【0015】第4の発明は、第1または第2の発明において、バス状の伝送路(11)は、光ファイバで構成されており、制御ノード(10)は、固有の波長を有する発光手段を有しており、制御チャネルとして割り当てられる第1の周波数キャリアをトークン信号であるデジタルデータにより変調した後、光信号に変換し出力側伝送路(11a)に送出し、送信元通信ノード(15)は、検出手段の検出結果に応じて、第1の周波数のキャリアを情報送信要求信号であるデジタルデータで変調する第1変調手段(741)と、第2トークンに応じて、第1の周波数とは異なり、データチャネルとして割り当てられる第2の周波数のキャリアを、送信情報信号であるデジタルデータにより変調する第2変調手段(742)と、第1変調手段および/または第2変調手段により生成された信号を、他の通信ノードおよび制御ノードのいずれもと重複しない波長を有する光信号に変換し出力側伝送路に送出する発光手段(76)とを含み、送信先通信ノードは、送信元通信ノード固有の波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段(710および77)を含み、可変波長選択手段は、入力側伝送路から入力した第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいて送信元通信ノードに割り当てられた波長を選択し、入力側伝送路から入力した第2トークンに基づいて当該波長を有する光信号を通過させる。上記のように、伝送路は光ファイバで構成されており、制御ノードおよび各通信ノードは、それぞれ互いに重複しない波長の光信号を発生する発光手段を備えている。しかも、制御チャネルとデータチャネルとは、いわゆるSCM(Sub-Carrier Multiplex)伝送方式により多重化されている。これによ

10

て、信頼性が高くかつ長距離伝送に適した通信網を提供することが可能となる。さらに、各通信ノードにおいて、高価な発光素子などの光部品を少なくした構成にすることができる。

【0016】第5の発明は、制御ノード(90)と複数の通信ノード(91)とが伝送路(97)を介してリングバス状に接続されており、制御ノードが定期的に出送するトークンに応じて、送信元通信ノードが送信情報を送信先通信ノードへ送信するような通信網であって、伝送路(97)は、送信元通信ノードが接続されており、当該通信ノードに入力したトークンに応じて、情報送信要求または送信情報を出力するための出力側伝送路(97a)と、送信先通信ノードが接続されており、送信元通信ノードによって送出された情報送信要求または送信情報を入力するための入力側伝送路(97b)とを備え、伝送路には、さらにトークンおよび情報送信要求の通信経路として制御チャネルと、送信情報の通信経路としてデータチャネルとが割り当てられており、送信元通信ノード(91)は、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、最初のトークン(以下、第1トークンと称する)受信から所定時間経過後に当該情報送信要求を、制御チャネルを用いて出力側伝送路に送出し、送信元通信ノード(91)は、送信先通信ノードへの情報送信要求が発生した後、2回目のトークン(以下、第2トークンと称する)受信に応じて、送信情報をデータチャネルを用いて出力側伝送路に送出し、送信先通信ノード(91)は、第1トークンを入力側伝送路における制御チャネル上から入力し、当該第1トークンに応じて送信元通信ノードからの情報送信要求を検出し、送信先通信ノード(91)は、第2トークンを入力側伝送路における制御チャネルから入力し、当該第2トークンに応じて入力する送信元通信ノードからの送信情報をデータチャネルから受信する。上記のように、いわゆるリングバス状の伝送路で構成された通信網において、送信元通信ノードは、情報送信要求が発生した直後に送信されてくる第1トークン受信後、第1所定時間経過すると情報を送信する手順に移行し、第2トークン受信後、第2所定時間経過すると送信情報をデータチャネルを用いて出力側伝送路に送出する。送信先通信ノードは、制御チャネルから当該送信先通信ノード宛の情報送信要求を選択すると、その直後に受信する第2トークンの第2所定時間経過後に送信されてくる情報をデータチャネルから受信する。したがって、送信元通信ノードは、情報送信要求を長時間送信することがなくなり、通信網内に存在する通信ノードの数が多くなっても情報送信の時間が極端に長くなることを防止できるため、情報の伝送効率のよい通信網を提供することが可能となる。

【0017】第6の発明は、第5の発明において、出力側伝送路と入力側伝送路との接続点には伝送路上の信号を2分岐して、その一方を制御ノードに出力する分岐手

(7)

特開平9-153907

11

段(95)を備えており、制御ノード(90)は、分岐手段よりトークンを入力すると、新たなトークンを出力側伝送路(97a)を送出することを特徴とする。したがって、制御ノードは、トークンがすべての通信ノードに入力したことを検出すると新たなトークンを出力側伝送路に送出することとなる。これによって、通信網内に多数の通信ノードが存在してもすべての通信ノードの送信の機会を公平にし、かつ効率よく伝送することを可能にする。

【0018】第7の発明は、第5または第6の発明において、送信元通信ノードは、第1トークン受信に応じて、制御チャネル上の無信号期間を検出する検出手段(27または723)を備え、送信元通信ノードは、検出手段が無信号期間として所定時間を検出した場合には、当該送信元通信ノード以外の通信ノードが情報送信要求を制御チャネルに送出していないと判断し、当該送信元通信ノードの情報送信要求を制御チャネルに送出することを特徴とする。上記のように、送信元通信ノードは、検出手段が第1所定時間を検出した後に情報送信要求を送出するため、上流の通信ノードは、当該トークンに引き続くタイミングで情報送信要求を出していないことを認識でき、制御チャネル上での信号衝突などを回避することが可能となる。

【0019】第8の発明は、第5～7のいずれかの発明において、リングバス状の伝送路(97)は、光ファイバにより構成されており、データチャネルは、各通信ノード毎で互いに重複しない波長が割り当てられており、制御チャネルは、データチャネルに割り当てられた波長のいずれもと重複しない波長が割り当てられており、制御ノードは、トークンを光信号に変換し制御チャネルに送出し、送信元通信ノード(91)は、検出手段の検出結果に応じて、情報送信要求を出力する情報送信要求出力手段(31)と、情報送信要求出力手段から出力された情報送信要求を光信号に変換して制御チャネルに出力する第1発光手段(29)と、第2トークンに応じて送信情報を出力する送信情報出力手段(31)と、送信情報出力手段から出力された送信情報を光信号に変換して当該送信元通信ノード固有のデータチャネルに出力する第2発光手段(30)とを含み、送信元通信ノードは、送信元通信ノードに割り当てられたデータチャネルの波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段(20および31)を含み、可変波長選択手段は、第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいてデータチャネルに割り当てられた波長の中から送信元通信ノード固有のデータチャネルの波長を選択し、第2トークンに応じて当該波長の光信号を通過させる。光ファイバで構成されたいわゆるリングバス状の伝送路には、制御チャネルとデータチャネルとが互いに重複しない波長が割り当てられるため、信頼性が高くかつ長距離伝送に適した通信網を提供することが可能

12

となる。さらに、通信ノードにとっては、簡易な波長多重化方式を採用しているため、その構成を単純にすることが可能である。

【0020】第9の発明は、第5～7のいずれかの発明において、リングバス状の伝送路は、光ファイバで構成されており、制御ノードは、固有の波長を有する発光手段を有しており、制御チャネルとして割り当てられる第1の周波数のキャリアをトークン信号であるデジタルデータにより変調した後、当該発光手段によって光信号に変換し出力側伝送路に送出し、送信元通信ノードは、検出手段の検出結果に応じて、第1の周波数のキャリアを情報送信要求信号であるデジタルデータで変調する第1変調手段(741)と、第2トークンに応じて、第1の周波数とは異なり、データチャネルとして割り当てられる第2の周波数のキャリアを、送信情報であるデジタルデータにより変調する第2変調手段(742)と、第1変調手段および/または第2変調手段により生成された信号を、他の通信ノードおよび制御ノードのいずれもと重複しない波長を有する光信号に変換し出力側伝送路に送出する発光手段(76)とを含み、送信元通信ノードは、送信元通信ノード固有の波長を有する光信号を選択し、当該波長の光信号を通過させる可変波長選択手段

(710および77)を含み、可変波長選択手段は、入力側伝送路から入力した第1トークンに応じて受信する情報送信要求に基づいて送信元通信ノードに割り当てられた波長を選択し、入力側伝送路から入力した第2トークンに基づいて当該波長を有する光信号を通過させる。上記のように、リングバス状の伝送路は光ファイバで構成されており、制御ノードおよび各通信ノードは、それぞれ互いに重複しない波長の光信号を発生する発光手段を備えている。しかも、制御チャネルとデータチャネルとは、いわゆるSCM(Sub-Carrier Multiplex)伝送方式により多重化されている。これによって、信頼性が高くかつ長距離伝送に適した通信網を提供することが可能となる。さらに、各通信ノードにおいて、高価な発光素子などの光部品を少なくした構成にすることができる。

【0021】第10の発明は、第1～第9の発明において、情報送信要求には、送信元通信ノードを示す第1識別子(331)と、送信元通信ノードを示す第2識別子(332)と、当該情報送信要求が発生した発生時刻(333)とが含まれる。上記のように情報送信要求には、この情報送信要求が発生した発生時刻が格納されるため、他の通信ノードでは、たとえ同時に異なる通信ノードからの情報送信要求が送信されてきても、発生時刻に基づいて調停することが可能となる。

【0022】第11の発明は、第10の発明において、可変波長選択手段は、受信した情報送信要求の第2識別子が当該送信元通信ノードを示しており、かつ当該送信元通信ノード宛の情報送信要求が1つであった場合、通

(8)

特開平9-153907

13

過させる光信号の波長を第1識別子に基づいて設定することを特徴とする。送信先通信ノードは、情報送信要求に格納されている第1識別子によって、当該送信先通信ノード宛の情報送信要求を有する通信ノードが存在することを認識し、かつ同時に第2識別子によって、情報送信要求を有する送信元通信ノードを特定し、可変波長選択手段の通過波長帯域を設定することが可能となる。これによって、送信先通信ノードは、次に受信したトークンの第2所定時間経過後に送信されてくる情報を受信することが可能となる。

【0023】第12の発明は、第10または第11の発明において、可変波長選択手段は、受信した情報送信要求の第2識別子が当該送信先通信ノードを示しており、かつ当該送信先通信ノード宛の情報送信要求が複数であった場合、発生時刻に応じて、通過させる光信号の波長を第1識別子に基づいて設定することを特徴とする。上記のように、送信先通信ノードは、最も早い時刻に情報送信要求が発生した送信元通信ノードからの送信情報を受信することが可能となるため、情報送信する権利が平等に付与される通信網を提供することが可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1の実施例に係るバス型通信網の構成を示すブロック図である。図1において、バス型通信網には、定期的にトークンを制御チャンネル上へ送出する制御ノード10と、トークンおよび送信要求パケットを入出力し、情報パケットを送受信する複数の通信ノード15（図示は、通信ノード15a～15cおよび15nの4つ）とが、フォールデッドバス伝送路11に接続されている。より具体的には、フォールデッドバス伝送路11は、通信ノード15が情報パケットを出力するためなどに用いられる出力側バス伝送路11aと、通信ノード15が情報パケットを入力するためなどに用いられる入力側バス伝送路11bと、双方を接続するための接続用バス伝送路11cとを含む。制御ノード10において、トークンを出力する出力端が出力側バス伝送路11aに、またトークンが入力される入力端が入力側バス伝送路11bに接続されている。また、各通信ノード15は、光分岐素子14と光合波素子13とで出力側バス伝送路11aに接続されており、光分岐素子12で入力側バス伝送路11bに接続されている。

【0025】図2は、図1に示す通信ノード15の詳細な構成を示すブロック図である。図2において、通信ノード15は、波長可変フィルタ20と、第1波長フィルタ21と、第2波長フィルタ22と、第1～第3受光器23～25と、データバッファ部26と、キャリアセンス/トークン検出部27と、制御バッファ部28と、第1発光器29と、第2発光器30と、制御部31とを含む。波長可変フィルタ20は、光分岐素子12により分岐された光信号からデータチャンネル（波長 λ_i ）上を伝送してくる光信号のみを通過させる。この波長可変フィルタ20は、後述する制御部31により特定の波長に設定され、この波長を有する光信号を通過させる。第1波長フィルタ21は、光分岐素子14により分岐された光信号から制御チャンネル（波長 λ_c ）上を伝送してくる光信号のみを通過させる。第2波長フィルタ22は、光分岐素子12により分岐された光信号から制御チャンネル上を伝送してくる光信号のみを通過させる。第1受光器23は、波長可変フィルタ20を通過したデータチャンネル上の光信号を電気信号に変換する。第2および第3受光器24および25は、それぞれ第1および第2波長フィルタ21および22を通過した制御チャンネル上の光信号を電気信号に変換する。データバッファ部26は、第1受光器23により光電気変換された電気信号すなわち情報パケットを格納する。キャリアセンス/トークン検出部27は、第2受光器24にて光電気変換された制御チャンネル上の電気信号を復調し、この電気信号がトークンであるか否かを判定する。キャリアセンス/トークン検出部27は、さらに制御チャンネル上に信号（上流の通信ノードからの送信要求パケット）が送出されているか否かを判定する。制御バッファ部28は、第3受光器25により光電気変換された電気信号すなわちトークンおよび送信要求パケットを格納する。第1発光器29は、制御チャンネル用の波長 λ_c に設定されており、後述する制御部31により生成された送信要求パケットに基づく光信号を生成する。第2発光器30は、各通信ノード毎で互いに重複しない波長 λ_i に設定されており、後述する制御部31により生成された情報パケットに基づく光信号を生成する。ここで、本実施例において、通信ノード15a～15c、15nの第2発光器30は、それぞれ波長 $\lambda_a \sim \lambda_c$ 、 λ_n を有する光信号を生成するものとする。制御部31は、波長可変フィルタ20を制御し、通信ノード間での通信を制御する。

【0026】図3は、制御ノード10からのトークン送出のタイミングと、各通信ノードからの送信要求パケット送出のタイミングとを説明するための参考図である。図3において、トークン320～325は、制御ノード10から定期的に送出される。送信要求パケットとは、送信情報を含む情報パケットを送信したい旨を他の通信ノードに通知するためのパケットであり、受信したトークンに応じて送出される。送信要求パケット33は、通信ノード15aがトークン321に応じて送出するパケットである。送信要求パケット34は、通信ノード15bがトークン322に応じて送出するパケットである。送信要求パケット35および36は、通信ノード15nがそれぞれトークン322および323に応じて送出するパケットである。また、各送信要求パケットのフォーマットは、送信情報の送信先の識別子を格納するための宛先フィールド331と、送信情報の送信元の識別子を

14

10

20

30

40

50

(9)

特開平9-153907

15

格納するための送信元フィールド332と、各通信ノード15が内部で送信要求が発生した時刻を格納する時間フィールド333を含む。

【0027】図4は、通信ノード15aが送信要求パケット33を送出した後の情報パケットを送出するタイミングを示す図である。図4において、通信ノード15aは、トークン321に応じて送信要求パケット33を送出する。通信ノード15aは、トークン321の次に送信されてくるトークン322を受信後、Tfの間隔において情報パケットを送出する（図3参照）。ここで、時間Tfとは、各通信ノード15における波長可変フィルタ20の波長同調に要する時間である。各通信ノードには各々異なる波長がデータチャネルとして割り当てられる。通信ノード15aには、波長λaがデータチャネルとして割り当てられており、通信ノード15aは、このデータチャネルを用いて情報パケット334を送出する。

【0028】図5は、各通信ノード15の送信要求発生から送信要求パケットを制御チャネル上へ送信し、情報パケットをデータチャネル上へ送信するまでの手順を示すフローチャートである。図6は、各通信ノード15の情報パケットを受信する手順を示すフローチャートである。

【0029】以下、通信ノード間での情報パケット送受信について、図1～図6を参照して説明をする。なお、以下の説明においては、通信ノード15aが通信ノード15nへ情報パケットを送信する場合について説明する。

【0030】制御ノード10は、出力側バス伝送路11aに、波長λcが割り当てられた制御チャネルを用いてトークン320～325を定期的に送出する。これらトークンは、通信ノード15a～通信ノード15nに順次入力されていく。通信ノード15aは、通信ノード15bへ情報パケットの送信要求を有している（ステップS501）。この送信要求は、通信ノード15aがトークン320を受信後トークン321を受信前に発生したものである。

【0031】光分岐素子14aは、出力側バス伝送路11a上を伝送されてくる光信号を2分岐し、一方を通信ノード15aに出力する。通信ノード15aの第1波長フィルタ21は、入力した光信号のうち波長λcを有する光信号のみ通過させる。第2受光器24は、第1波長フィルタ21から入力した光信号を電気信号に変換し、キャリアセンス/トークン検出部27に出力する。キャリアセンス/トークン検出部27は、前述したようにして入力した電気信号がトークン321であることを判定し（ステップS502）、電気信号を復号した結果を制御部31に出力する。キャリアセンス/トークン検出部27は、通信ノード15aの上流に接続される通信ノード15が送信要求パケットを送出している場合を考慮

16

し、トークン321の受信後、時間δの間に電気信号を受信するかどうかを検出する（ステップS503）。制御部31は、時間δの時間間隔が確認された時点で、上流に接続される通信ノードからの送信要求パケットがないと判断し、送信要求パケットを出力側バス伝送路11a上に送出しても、通信衝突などが起こらないと判断する。制御部31は、この判断結果に応じて、送信要求パケット33を第1発光器29に出力する。この送信要求パケット33は、通信ノード15nを示す識別子が宛先フィールド331に設定され、通信ノード15aを示す識別子が送信元フィールド332に設定され、通信ノード15aで送信要求が発生した時刻が時刻フィールド333に設定される。制御部31は、送信要求パケット33を第1発光器29に出力し、第1発光器29は、送信要求パケット33を光信号に変換し、制御チャネル（波長λc）上に送出する（ステップS504）。この光信号は、光合波器13aを介して出力側バス伝送路11aに出力される。以降、通信ノード15aの下流側に位置する通信ノード15b～15nにおいても送信要求がある場合は、上記と同様の動作を実行する。したがって、例えば、通信ノード15bと15nがそれぞれトークン322を受信した時点で送信要求を有していた場合、入力側バス伝送路11b上の制御チャネルには、トークン322の後ろに送信要求パケット34および35が重なった状態で存在することとなる。

【0032】なお、各通信ノードは、それぞれのトークンを受信した時点で送信要求を有していない場合、そのトークンを受信することはするが上述のような応答する動作を実行しない。

【0033】トークン321と送信要求パケット33とは、出力側バス伝送路11aから、接続用バス伝送路11cを介して、入力側バス伝送路11bへと伝送される。トークン321などは、入力側バス伝送路11bに接続される光分岐素子12を介して通信ノード15n、通信ノード15aの他すべての通信ノードに入力される。各光分岐素子12を介して入力した光信号に対する各通信ノードの動作については後述する。

【0034】制御ノード10は、トークン321を送出した一定時間後に、トークン322を出力側バス伝送路11aに送出する。通信ノード15aにおいて、キャリアセンス/トークン検出部27は、前述と同様の手順によりトークン322を認識し（ステップS505）、電気信号を復号した結果を制御部31に出力する。制御部31は、トークン322を受信してから時間Tfだけ待機したうえで（ステップS506）、通信ノード15nへ送信する情報パケット334を第2発光器30に出力する。時間Tfとは、前述したとおり、各通信ノード15における波長可変フィルタ20の波長同調に要する時間である。第2発光器30は、情報パケット334を光信号に変換し、データチャネル（波長λa）上に送出する

(10)

特開平9-153907

17

(ステップS507, 図4参照)。

【0035】次に、各通信ノード15における情報パケットの受信手順について説明する。

【0036】前述したように、トークン321などは、光分岐素子12を介して、通信ノード15nから順次通信ノード15aに伝送される。光分岐素子12nは、光信号を2分岐し、一方を通信ノード15nに出力する。通信ノード15nの第2波長フィルタ22は、入力した光信号のうち波長 λ_c を有する光信号だけを通過させる。第3受光器25は、第2波長フィルタ22を介して入力した光信号を電気信号に変換し、制御バッファ部28に出力する。制御バッファ部28は、前述したようにトークン321と送信要求パケット33とを格納する。制御部31は、制御バッファ部28にトークンと、それに続く1つもしくは複数の送信要求パケット(ただし、送信要求パケットがない場合もある)とを格納されると(ステップS601)、このトークンの後に入力する送信要求パケットの宛先フィールド331を検索する。制御部31は、この検索において、自ノードの識別子が格納された送信要求パケットがあるか否かを判断する(ステップS602)。制御部31は、ステップS602での動作において、自ノードの識別子が格納された送信要求パケットがないと判断した場合、ステップS601の動作に移行し、次のトークンなどが制御バッファ部28に格納されるのを待機する。一方、制御部31は、ステップS602での動作において、自ノードの識別子が格納された送信要求パケットがあると判断した場合、自ノードの識別子が格納されている送信要求パケットが1つであるか複数であるかを調べる(ステップS603)。現在、制御バッファ部28に格納されているのは、トークン321ならびに送信要求パケット33だけである。したがって、制御部31は、自ノード宛の送信要求パケットが1つであると判断し、ステップS606での動作に移行する。なお、自ノード宛の送信要求パケットが複数のときの動作については後述する。制御部31は、次のトークンなどが制御バッファ部28に格納されるのを待機する(ステップ606)。通信ノード15nの制御部31は、制御バッファ部28にトークン322などが格納されたのに応じて、予め用意されたテーブル(図示せず)を参照して、送信要求パケット33の送信元である通信ノード15aが利用するデータチャネルの波長 λ_a に、波長可変フィルタ20の通過波長帯域を同調させる(ステップ607)。ここで、上記のテーブルには、すべての通信ノード15の識別子と各通信ノードが使用するデータチャネルの波長とが関連づけられて記録されている。波長 λ_a のデータチャネル上に伝送されてくる光信号は、光分岐素子12nによって2分岐され、通過波長帯域 λ_a に設定された波長可変フィルタ20を介して、第1受光器23に入力される。第1受光器23は、入力した光信号を電気信号に変換しデータバッファ

18

部26に出力する。データバッファ部26は、電気信号である情報パケット334を格納し(ステップS608)、通信ノード15aから通信ノード15nへの情報パケットの送受信が完了する。

【0037】なお、図6に示すフローチャートは、1つのトークンに続く送信要求に対する処理を記述したものである。S601~S605の処理と、S606~S608の処理とは、独立して実行することができ、トークン毎の連続した受信動作を可能とする。

【0038】次に、複数の通信ノードが、同一の宛先に送信要求パケットを送信した場合について、その一例として、通信ノード15bと15nとがトークン322に応じて、それぞれ送信要求パケット34および35を送信する場合について説明する。制御ノード10より送出されたトークン322は、通信ノード15aから順次各通信ノードに入力される。通信ノード15bにおいて、キャリアセンス/トークン検出部27は、前述と同様に、トークン322の受信後、時間 δ の間に電気信号を受信するか否かを検出する。現在、通信ノード15bのキャリアセンス/トークン検出部27は、トークン322の後に送信要求パケットが送信されてこないと判断すると、送信要求パケット34を第1発光器29に出力する。この送信要求パケット34には、通信ノード15aを示す識別子が宛先フィールド331に設定され、通信ノード15bを示す識別子が送信元フィールド332に設定され、通信ノード15bで送信要求が発生した時刻T1が時刻フィールド333に設定される。この送信要求パケット34は、前述と同様に、第1発光器29により光信号(波長 λ_c)に変換され、制御チャネル上に送出される。通信ノード15nにおいて、キャリアセンス/トークン検出部27は、前述と同様に、トークン322の受信後、時間 δ の間に電気信号を受信するか否かを検出する。現在、通信ノード15nのキャリアセンス/トークン検出部27は、トークン322の受信後さらに送信要求パケット34が送信されてくるため、上流に接続される通信ノードからの送信要求パケットがあると判断する。そのため、制御部31は、時間 δ を送信要求パケット34の後に検出することとなる。制御部31は、時間 δ を検出した時点で、送信要求パケット35を第1発光器29に出力する。この送信要求パケット35には、通信ノード15aを示す識別子が宛先フィールド331に設定され、通信ノード15nを示す識別子が送信元フィールド332に設定され、通信ノード15bで送信要求が発生した時刻T2が時刻フィールド333に設定される。ここで、時刻T1は、時刻T2よりも早い時刻であるとする。この送信要求パケット35は、前述と同様に、第1発光器29により光信号(波長 λ_c)に変換され、制御チャネル上に送出される。したがって、トークン322の後には、送信要求パケット34および35が連なった状態で伝送される(図3参照)。

(11)

特開平9-153907

19

20

【0039】なお、キャリアセンス／トークン検出部27における時間 α は、各通信ノードで同一の値として記述したが、厳密には下流の通信ノードほど少しずつ大きな値に設定することが望ましい。

【0040】通信ノード15bは、前述と同様に、トークン322の次に送信されてくるトークン323の受信に応じて、時間Tfの後に通信ノード15aへ送信する情報パケットを光信号（波長 λb ）に変換し、データチャネル上へ送出する。通信ノード15nもまた、トークン323の受信に応じて、時間Tfの後に通信ノード15aへ送信する情報パケットを光信号（波長 λn ）に変換し、データチャネル上へ送出する。

【0041】次に、通信ノード15aにおける情報パケットの受信手順について説明する。上記のトークン322などは、出力側バス伝送路11aから、接続用バス伝送路11cを介して、入力側バス伝送路11b上を伝送される。そして、トークン322などは、通信ノード15nから順次各通信ノードに入力される。通信ノード15aにおいて、前述と同様に、制御バッファ部28は、トークン322などを格納する（ステップS601）。制御部31は、これに応じて、自ノードの識別子が格納された送信要求パケットがあるか否かを判断する（ステップS602）。この場合、通信ノード15aの制御部31は、自ノード宛の送信要求パケットがあると判断し、さらに自ノード宛の送信要求パケットは2つあると判断するため（ステップS603）、ステップS604での動作に移行する。制御部31は、自ノード宛の送信要求パケットに格納される時刻フィールド333を比較し（ステップS604）、それぞれの時刻フィールド333に格納された時刻のうち最も古い時刻が格納された送信要求パケットを送信した通信ノードを選択する（ステップS605）。したがって、制御部31は、現在時刻フィールド333に格納されている時刻T1と時刻T2とを比較し、時刻T1の方が時刻T2よりも古いと判断する。これによって、通信ノード15aは、まず通信ノード15bから情報パケットを受け取ることを決定する。通信ノード15aの制御部31は、トークン323を受信すると波長可変フィルタ20の通過波長帯域を波長 λb に同調させ、通信ノード15bからの情報パケットを受信する。

【0042】上記のように、通信ノード15aの制御部31は、内部の波長可変フィルタ20を波長 λb に設定し、通信ノード15bからの情報パケットを受信する。そのため、通信ノード15bと通信ノード15nとは、送出した情報パケットを通信ノード15aが受信したか否かを確認しなければならない。次に、上記のように通信ノード15aに対して送信要求パケットを送信した通信ノード15bおよび通信ノード15nの動作について説明する。

【0043】入力側バス伝送路11b上を伝送されるト

ークン322などは、通信ノード15nや通信ノード15bにも入力される。まず、通信ノード15bにおける動作について説明する。通信ノード15bにおいて制御バッファ部28は、前述したようにトークン322などを格納する（ステップS601）。制御部31は、これに応じて、制御部31は、自ノード宛の送信要求パケットがあるか否かを判断する（ステップS602）。制御部31は、このトークンを前回受信したときに送信要求パケットを送出した場合には、ステップS602などの処理の他に以下に記述する処理を実行する。通信ノード15bの制御部31は、宛先フィールド331を検索し、自ノード以外の通信ノードがこの通信ノード（本実施例における通信ノード15a）への送信要求パケットを送出したか否かを調べる。この場合では、通信ノード15bの制御部31は、通信ノード15nが送出した送信要求パケット35の宛先フィールド331に通信ノード15aの識別子を発見する。これによって、通信ノード15bの制御部31は、同時に通信ノード15aに送信要求パケットが送出されたことを認識し、送信要求パケット35の時刻フィールド333に格納されている時刻T2を調べ、この時刻T2と送信要求パケット34の時刻フィールド333に格納した時刻T1とを比較する。前述したように、時刻T1は時刻T2よりも古い時刻であることから、通信ノード15bの制御部31は、通信ノード15aが情報パケットを受信したと判断する。

【0044】次に、通信ノード15nにおける動作について説明する。通信ノード15nにおいて制御バッファ部28は、前述したようにトークン322などを格納する（ステップS601）。制御部31は、これに応じて、制御部31は、自ノード宛の送信要求パケットがあるか否かを判断する（ステップS602）。制御部31は、このトークンを前回受信したときに送信要求パケットを送出した場合には、ステップS602などの処理の他に以下に記述する処理を実行する。通信ノード15nの制御部31は、宛先フィールド331を検索し、自ノード以外の通信ノードがこの通信ノード（本実施例における通信ノード15a）への送信要求パケットを送出したか否かを調べる。この場合では、通信ノード15nの制御部31は、通信ノード15bが送出した送信要求パケット34の宛先フィールド331に通信ノード15aの識別子を発見する。これによって、通信ノード15nの制御部31は、同時に通信ノード15aに送信要求パケットが送出されたことを認識し、送信要求パケット34の時刻フィールド333に格納されている時刻T1を調べ、この時刻T1と送信要求パケット35の時刻フィールド333に格納した時刻T2とを比較する。前述したように、時刻T2は時刻T1よりも新しい時刻であることから、通信ノード15nの制御部31は、通信ノード15aが情報パケットを受信しなかったと判断する。

(12)

特開平9-153907

21

通信ノード15bの制御部31は、この判断結果に基づいて、次回に受信したトークンに応じて、再度送信要求パケット35と同一内容の送信要求パケットを前述と同様の手順で送出する。

【0045】なお、1つの通信ノードだけが送信要求パケットを送信した場合においても、この通信ノードは、現在送信要求パケットを送出した通信ノードが他の通信ノードからの通信要求パケットを受信しているか否かを調べる。しかしながら、前述した実施例においては、その旨を記載していない。これは、説明の簡素化および明瞭化のためのものであって、他意はないことを指摘しておく。

【0046】また、各光分岐素子12は、入力側バス伝送路11b上を伝送する光信号を無条件に波長可変フィルタ20に出力してしまう。そのため、例えば、上述した実施例のように通信ノード15aが通信ノード15bへ情報パケットを送信する場合において、偶然に通信ノード15cの波長可変フィルタ20の通過波長帯域が通信ノード15aの使用する波長 λ_a に設定されていると通信ノード15cもまたこの情報パケットを受信してしまうことになる。このような事態に対処する方策としては、通信ノード15cは、図6に示す手順を実行していないため、偶然受信した情報パケットを破棄するなどの方策が考えられる。なお、このことは、以下に説明する第2～第3の実施例に係るバス型通信網についても当てはまることである。

【0047】次に、本発明の第2の実施例に係るバス型通信網について説明する。このバス型通信網は、図1に示す通信網の構成と同一構成を有するため、その詳細な説明を略する。ただし、第1の実施例においては、制御

チャンネルと各データチャンネルとは互いに重複しない波長が割り当てられていたが、第2の実施例に係るバス型通信網においては、波長多重方式とサブキャリア多重方式とが適用される。以下、サブキャリア多重方式によるそれぞれのチャンネルの割り当て方法について説明する。

【0048】図7は、サブキャリア多重方式によるそれぞれのチャンネルの割り当て方法について説明するための参考図である。図7(a)は、制御ノード10と通信ノード15とに割り当てられた波長のスペクトル図である。図7(a)において、波長 λ_0 は、制御ノード10に割り当てられる波長であり、波長 $a \sim c$ および波長 n は、それぞれ通信ノード15a～15cおよび通信ノード15nに割り当てられる波長である。これら、制御ノード10および各通信ノード15に割り当てられる波長は、互いに重複しない波長が割り当てられる。図7

(b)は、各通信ノードに割り当てられた制御チャンネルとデータチャンネルの電気信号における周波数スペクトル図である。図7(b)において、各通信ノード15が使用する制御チャンネルとデータチャンネルとは、それぞれ電気信号において周波数多重化された帯域fcと帯域fd

22

とが割り当てられる。それぞれの帯域において、送信要求パケットまたは情報パケットは、QAM (Quadrature Amplitude Modulation) もしくはPSK (Phase Shift Keying) などのデジタル変調方式により変調されている。なお、制御チャンネルに割り当てられた帯域fcは、制御ノード10と各通信ノード15が共有し、データチャンネルに割り当てられた帯域fdは、各通信ノードが独立して利用する。制御ノード10は、固有の波長(λ_0)の光を送出する発光器を含んでおり、変調されたトークン信号を、定期的に制御チャンネルを用いて出力側バス伝送路11aに送出する。各通信ノード15の構成については、以下に示す。

【0049】図8は、第2の実施例に係るバス型通信網の通信ノード15の詳細な構成を示すブロック図である。図8において、通信ノード15は、波長可変フィルタ710と、第1～第3受光器711～713と、第1および第2復調/デコード部721および722と、復調/キャリアセンス/デコード部723と、制御バッファ部731と、データバッファ部732と、第1および第2エンコード/変調部741および742と、多重化部75と、発光器76と、制御部77を含む。波長可変フィルタ710は、光分岐素子12により入力側バス伝送路11bから入力した光信号から、後述する制御部77によって設定された波長帯域の光信号のみを選択して通過させる。第1～第3受光器711～713は、入力した光信号を一括して電気信号に変換する。第1復調/デコード部721は、内部に図示しないバンドパスフィルタ(通過帯域fc)を有しており、第1受光器711により光信号から電気信号に変換されたものを前述のバンドパスフィルタに通して信号の復調を行う。復調された信号よりトークンおよび送信要求パケットを受信する。制御バッファ部731は、第1復調/デコード部721により受信された送信要求パケットを格納する。第2復調/デコード部722は、内部に図示しないバンドパスフィルタ(通過帯域fd)を有しており、第2受光器712により光信号から電気信号に変換されたものを前述のバンドパスフィルタに通して信号の復調を行う。復調された信号より情報パケットを受信する。データバッファ部732は、第2復調/デコード部722により受信された情報パケットを格納する。復調/キャリアセンス/デコード部723は、内部に図示しないバンドパスフィルタ(通過帯域fc)を有しており、受光器713により光信号から電気信号に変換されたものを前述のバンドパスフィルタに通して信号の復調を行う。復調された信号よりトークンおよび送信要求パケットを受信し制御部77に出力する。復調/キャリアセンス/デコード部723は、さらに制御チャンネル上を伝送されてくるトークンの後ろに連なる信号(送信要求パケット)があるか否かを判定し、その判定結果を制御部77に出力す

(13)

特開平9-153907

23

る。第1エンコード/変調部741は、制御部77により生成された送信要求パケットを符号化し、この符号化されたデジタルデータで帯域fcのキャリア（制御チャネル）をQAMなど所定の変調方式により変調する。第2エンコード/変調部742は、制御部77により生成された情報パケットを符号化し、この符号化されたデジタルデータで帯域fdのキャリア（データチャネル）をQAMなど所定の変調方式により変調する。多重化部75は、第1および第2エンコード/変調部741および742から出力された信号を多重化し発光器76に出力する。なお、一方のエンコード/変調部からしか信号を入力しなかった場合は、一方から入力した信号のみを発光器76に出力する。発光器76は、多重化部75から出力された電気信号に基づいて、光信号を生成する。なお、通信ノード15a～cおよびnの発光器76に割り当てられた波長λiは、前述したとおり、それぞれλa～λcおよびλnである。制御部77は、後述する情報パケットの送受信を制御する。この光信号は、光合波素子13により他の光信号と合波され、出力側バス伝送路11aの下流へ伝送される。

【0050】以下、通信ノード間での情報パケット送受信について、図1、図5～図8を参照して説明をする。なお、以下の説明においては、通信ノード15aが通信ノード15nへ情報パケットを送信する場合について説明する。

【0051】制御ノード10は、トークンを符号化し、この符号化されたデジタルデータで帯域fcのキャリア（制御チャネル）を変調し、内部の発光器（波長λ0）により光信号に変換し出力側バス伝送路11aに送出する。制御ノード10は、トークンを定期的に生成し送出する。通信ノード15aは、現在通信ノード15bへ情報パケットの送信要求を有している。

【0052】光分岐素子14aは、出力側バス伝送路11a上を伝送されてくる光信号を2分岐し、一方を通信ノード15aに出力する。通信ノード15aの第3受光器713は、受信した光信号を直接電気信号に変換し復調/キャリアセンス/デコード部723に出力する。復調/キャリアセンス/デコード部723は、内部のバンドパスフィルタにより帯域fcの電気信号のみを抽出し、QAMなどのデコードにより抽出した電気信号を復調し、復号化されたデータを制御部77に出力する。また、制御チャネル（帯域fc）上に送信要求パケットが送出されているか否かを第1の実施例において説明した方法で判断し、この判断結果を制御部77に出力する。

【0053】制御部77は、この判断結果に応じて、送信要求パケットを第1エンコード/変調部741に出力する。第1エンコード/変調部741は、送信要求パケットを符号化し、符号化された送信要求パケットで帯域fdのキャリアを変調し多重化部75に出力する。なお、現在多重化部75には、第1エンコード/変調部7

24

41からの入力のみとする。この送信要求パケットの内容は、図3に示すものと同一である。この送信要求パケットは、多重化部75を介して発光器76に出力され、発光器76により波長λaを有する光信号に変換される。この光信号は、光合波素子13aを介して出力側バス伝送路11aに出力され、入力側バス伝送路11bに向けて伝送される。以降、通信ノード15aの下流側に位置する通信ノード15b～15nにおいても送信要求がある場合は、上記と同様の動作を実行する。

【0054】なお、各通信ノードは、それぞれのトークンを受信した時点で送信要求を有していない場合、そのトークンを受信することはするが応答する動作を実行しない。

【0055】上記のように出力側バス伝送路11aに出力された光信号は、接続用バス伝送路11cを介して、入力側バス伝送路11bへと伝送される。光信号は、入力側伝送路11bに接続される光分岐素子12を介して通信ノード15nから通信ノード15aまでのすべての通信ノードに入力される。各光分岐素子12を介して入力した光信号に対する各通信ノードの動作については後述する。

【0056】制御ノード10は、一定時間後に、新たなトークン（波長λ0の光信号）を出力側バス伝送路11aに送出する。通信ノード15aにおいて、復調/キャリアセンス/デコード部723は、前述と同様の手順によりトークンを認識し、電気信号を復号化したデータを制御部77に出力する。制御部77は、トークンを受信してから時間Tfだけ待機したうえで、通信ノード15nへ送信する情報パケットを第2エンコード/変調部742に出力する。ここで、時間Tfとは、各通信ノード15における波長可変フィルタ710の波長同調に要する時間である。第2エンコード/変調部742は、情報パケットを符号化し、さらに符号化されたデジタルデータで帯域fdのキャリアを変調し多重化部75に出力する。なお、この場合、多重化部75には、第2エンコード/変調部742からの入力のみとする。情報パケットは、多重化部75を介して発光器76に出力され、発光器76により波長λaを有する光信号に変換される。この光信号は、光合波素子13aを介して出力側バス伝送路11aに出力され、入力側バス伝送路11bに向けて伝送される。

【0057】次に、各通信ノード15における情報パケットの受信手順について説明する。

【0058】前述したように、光信号は、光分岐素子12を介して、通信ノード15nから順次通信ノード15aに伝送される。光分岐素子12nは、入力側バス伝送路11b上を伝送されてくる光信号を2分岐し、一方を通信ノード15nに出力する。通信ノード15nに入力された光信号は、第1受光器711により電気信号に変換され、第1復調/デコード部721に出力される。第

(14)

特開平9-153907

25

1 復調／デコード部721は、内部のバンドパスフィルタにより帯域fcに重畳されている制御チャネル上の電気信号のみを抽出し、QAMなどのデコーダにより抽出した電気信号を復調し復号化したデジタルデータとして制御バッファ部731に出力する。すなわち、制御バッファ部731には、トークンと送信要求パケットとが格納されることとなる。制御部77は、制御バッファ部731にトークンなどが格納されると、送信要求パケットの宛先フィールドを検索し、自ノードの識別子が存在するか否かを検出する。制御部77は、この検出の結果、自ノード宛の送信要求パケットがないと判断した場合、次のトークンなどが制御バッファ部731に格納されるのを待機する。一方、制御部77は、自ノード宛の送信要求パケットがあると判断した場合、自ノードの識別子が格納されている送信要求パケットが1つであるか複数であるかを検出する。制御部77は、自ノード宛の送信要求パケットが1つであると判断した場合、次のトークンなどが制御バッファ部731に格納されるのを待機する。通信ノード15nの制御部77は、制御バッファ部731に次のトークンなどが格納されたのに応じて、予め用意されたテーブル（図示せず）を参照して、送信要求パケットの送信元である通信ノード15aに割り当てられている波長λaに、波長可変フィルタ710の通過波長帯域を調整する。ここで、上記のテーブルには、本実施例に係るバス型通信網に接続されているすべての通信ノード15がそれぞれ使用する光信号の波長が記録されている。波長λaの光信号は、光分岐素子12nによって2分岐され、波長可変フィルタ20を介して、第1受光器23に入力される。第2受光器23は、入力した光信号を電気信号に変換し第2復調／デコード部722に出力する。第2復調／デコード部722は、内部のバンドパスフィルタにより帯域fdに重畳されているデータチャネル上の電気信号のみを抽出し、QAMなどのデコーダにより抽出した電気信号を復調し復号化されたデジタルデータをデータバッファ部732に出力する。すなわち、データバッファ部732には、情報パケットが格納されることとなる。

【0059】なお、制御部77は、自ノード宛の送信要求パケットが複数であると判断した場合の動作については、第1の実施例において説明したものと同様であるためその説明を省略する。

【0060】次に、本発明の第3の実施例に係るバス型通信網について説明する。図9は、本発明の第3の実施例に係るバス型通信網の全体構成を示すブロック図である。図9において、バス型通信網には、制御チャネルを用いて定期的にトークンを送出する制御ノード90と、制御チャネルを用いてトークンならびに送信要求パケットを入出力し、データチャネルを用いて情報パケットを送受信する複数の通信ノード91（図示は、通信ノード91a～91cおよび91nの4つ）とが、光ファイバ

26

でリング状に構成された周回バス伝送路97に接続されている。より具体的には、周回バス伝送路97は、通信ノード91の情報出力側に接続される出力側バス伝送路97aと、通信ノード91の情報入力側に接続される入力側バス伝送路97bとを含む。出力側バス伝送路97aと入力側バス伝送路97bとは、光分岐素子95で接続されている。光分岐素子95は、出力側バス伝送路97aから入力した光信号を2分岐し、一方を入力側バス伝送路97bに、他方を通信ノード90に出力する。入力側バス伝送路97bの他方端には、光信号を終端する光ファイバ終端装置96が接続されている。また、通信ノード91は、光分岐素子12と光合波素子13とで出力側バス伝送路97aに接続され、光分岐素子12で入力側バス伝送路97bに接続される。制御ノード90は、トークンを出力側バス伝送路97aに送出するために、制御チャネル用に割り当てられた波長帯域の光を発する発光素子901と、光分岐素子95から入力する光信号を監視し、制御チャネル上に伝送されているトークンを検出するトークン検出部902とを含む。なお、本実施例に係るバス型通信網に接続される通信ノード91は、図2に示す通信ノード15の構成と同一である。そのため、詳細な説明を略する。

【0061】図10は、図9に示す制御ノード90のトークン送出手順を示すフローチャートである。以下、図9および図10を参照して、本実施例に係るバス型通信網におけるトークン送出手順について説明する。

【0062】制御ノード90は、動作を開始するとトークンを生成し、発光素子901を用いて光信号に変換する。制御ノード90は、光信号に変換されたトークンを出力側バス伝送路97aに出力する（ステップS1001）。この光信号は、出力側バス伝送路97a上を伝送され、通信ノード91aから順次通信ノード91nに入力されていく。各通信ノードは、第1の実施例における手順と同様にしてトークンを検出し、送信要求を有していれば、送信要求パケットを制御チャネルを用いて送出する。各通信ノードは、送信要求を有していなければ、トークンに対して何も応答しない。出力側バス伝送路97a上を伝送された光信号は、やがて光分岐素子95に入力される。光分岐素子95は、入力した光信号を2分岐し、一方を入力側バス伝送路97bに出力し、他方をトークン検出部902に出力する。トークン検出部902は、入力した光信号からトークンを検出する（ステップS1002）。制御ノード90は、これに応じて、新たなトークンを生成し、発光素子901を用いて光信号に変換する。制御ノード90は、光信号に変換されたトークンを出力側バス伝送路97aに出力する（ステップS1001）。以降、制御ノード90は、トークン検出部902によってトークンが検出される毎に、新たなトークンを生成し、発光素子901を用いて光信号に変換する。制御ノード90は、光信号に変換されたトークン

(15)

特開平9-153907

27

を出力側バス伝送路97aに出力する。なお、光分岐素子95が入力側バス伝送路97bに出力した光信号に対する各通信ノード91の動作もまた第1の実施例における手順と同様のものであるためその説明を略する。このようにして、入力側バス伝送路97bを伝送された光信号は、光ファイバ終端装置96に入力される。光ファイバ終端装置96は、入力した光信号を終端する。

【0063】なお、上述した第3の実施例において通信ノード91は、図9に示す通信ノードの構成と同一のものであってもよい。そのときの制御ノード90と各通信ノード91との動作は、第2の実施例において説明したものと同様であるため、その詳細な説明を略する。

【0064】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変更が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係るバス型多重通信網の全体構成を示すブロック図である。

【図2】 図1に示す各通信ノード15の詳細な構成を示すブロック図である。

【図3】 図1に示す制御ノード10および各通信ノード15における送信要求パケットの送信タイミングおよび伝搬タイミングを示す図である。

【図4】 図1に示す各通信ノード15が制御チャンネル上へ送信要求パケットを送信した後、データチャンネルへの情報パケットを送信するタイミングを示す図である。

28

【図5】 各通信ノード15の送信要求発生から送信要求パケットを制御チャンネル上へ送信し、情報パケットをデータチャンネル上へ送信するまでの手順を示すフローチャートである。

【図6】 各通信ノード15の情報パケットを受信する手順を示すフローチャートである。

【図7】 サブキャリア多重方式によるそれぞれのチャンネルの割り当て方法について説明するための参考図である。

【図8】 本発明の第2の実施例におけるバス型多重通信網に使用される通信ノードの詳細な構成を示すブロック図である。

【図9】 本発明の第3の実施例に係るバス型通信網の全体構成を示すブロック図である。

【図10】 図9に示す制御ノード90がトークンを送信する手順を示すフローチャートである。

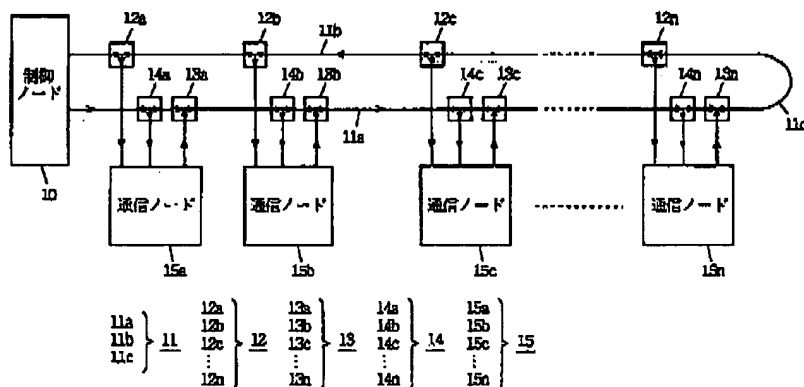
【図11】 従来のバス型波長多重光通信網の全体構成を示すブロック図である。

【図12】 図11に示す端局の詳細な構成を示すブロック図である。

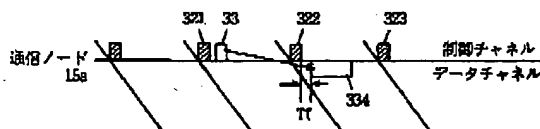
【符号の説明】

- 10、90…制御ノード
- 11…フォールドドバス型伝送路
- 12、14、95…光分岐素子
- 13…光合波器
- 15、70、91…通信ノード
- 96…光ファイバ終端装置

【図1】



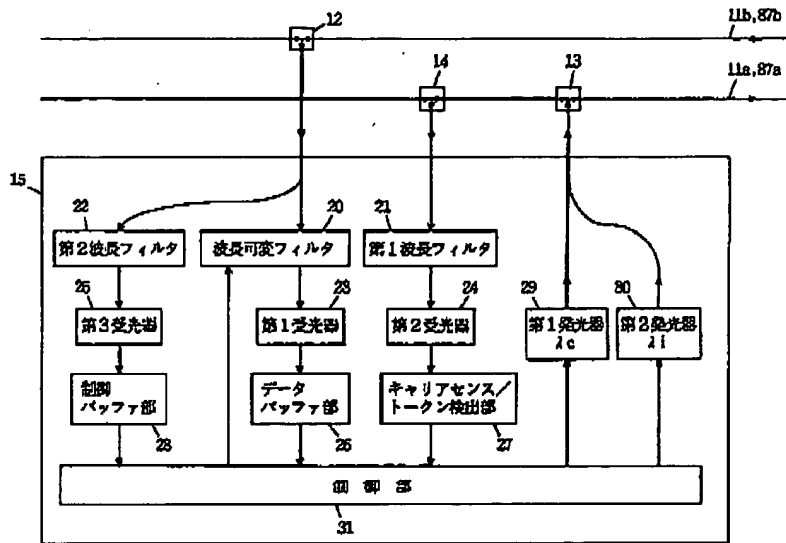
【図4】



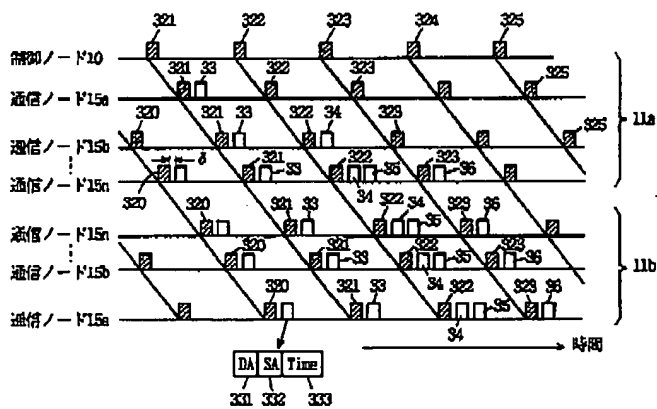
(16)

特開平9-153907

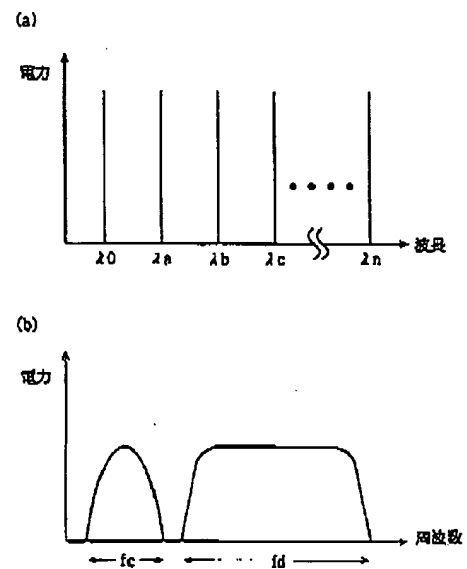
【図2】



【図3】



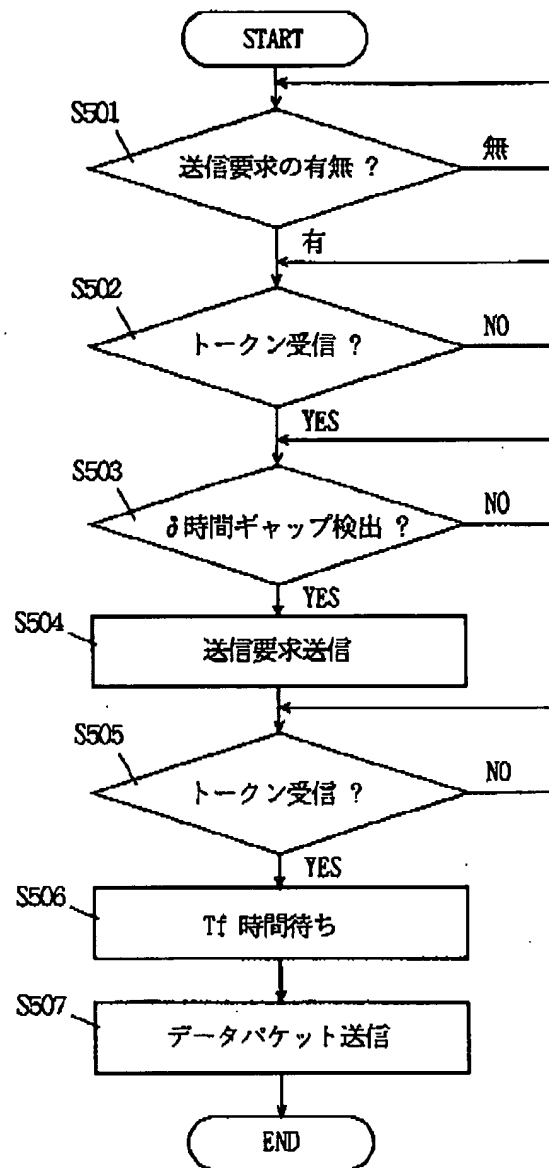
【図7】



(17)

特開平9-153907

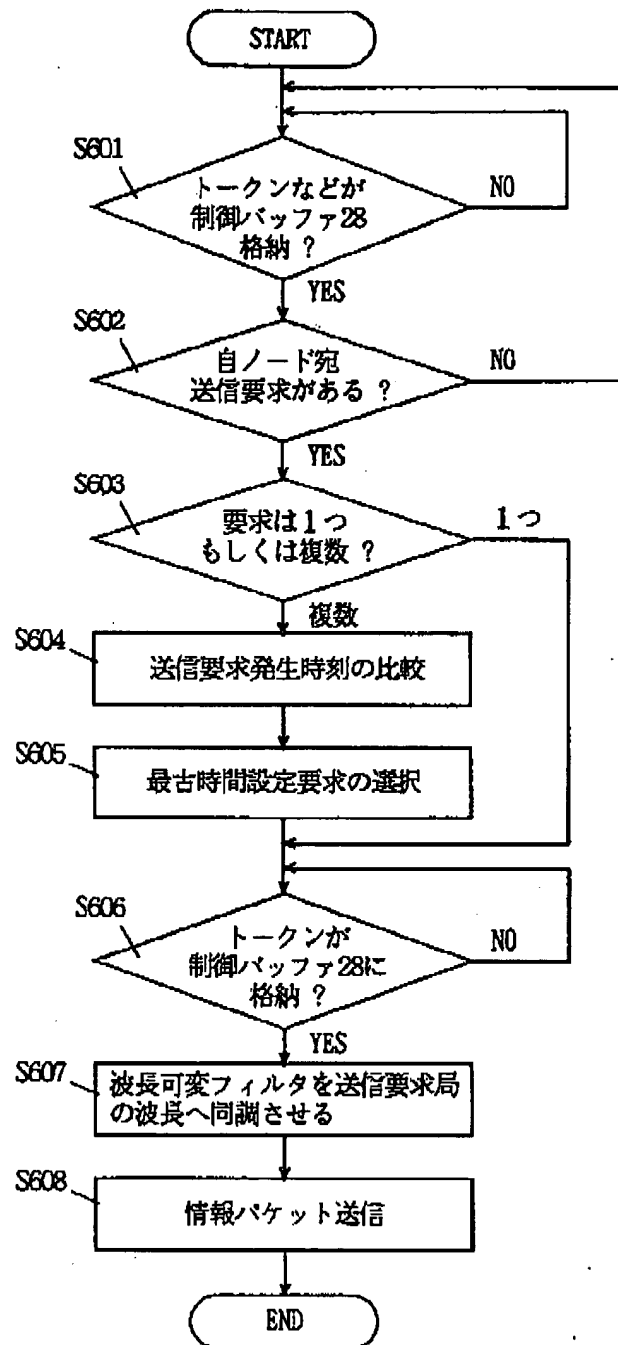
【図5】



(18)

特開平9-153907

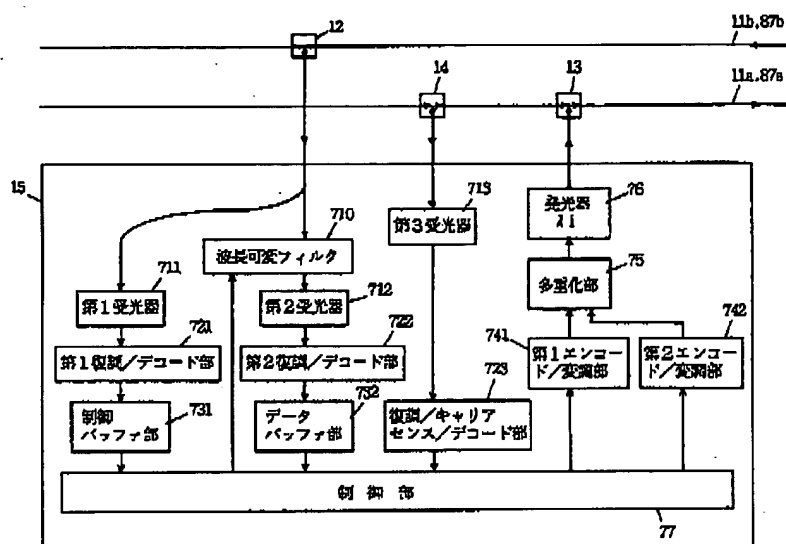
【図6】



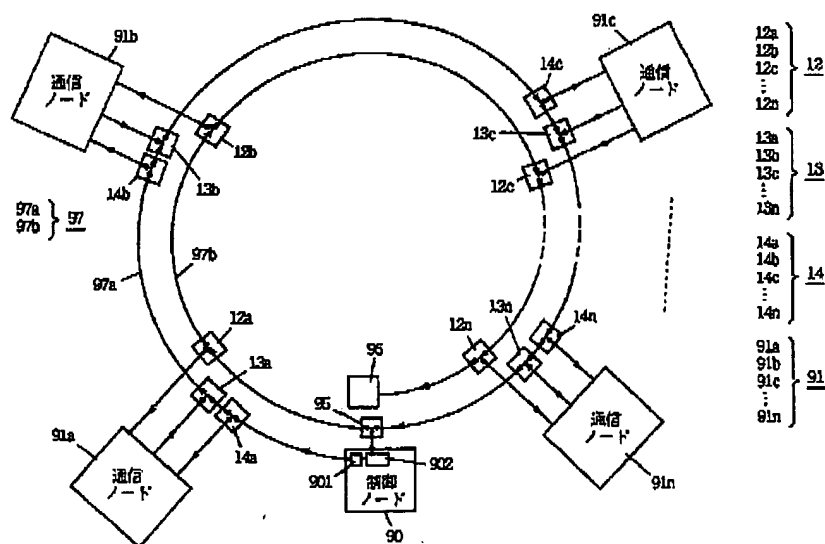
(19)

特開平9-153907

【図8】



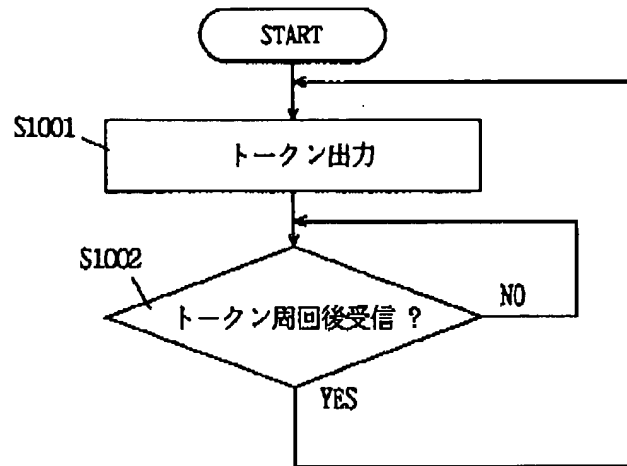
【図9】



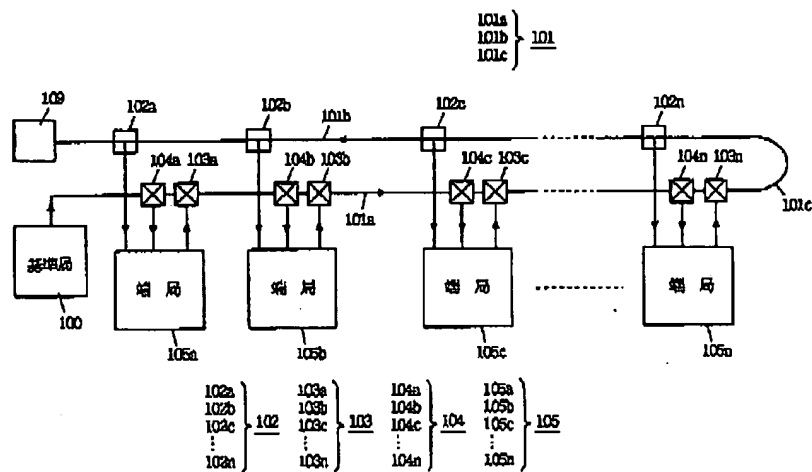
(20)

特開平9-153907

【図10】



【図11】



(21)

特開平9-153907

【図12】

